

(19)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2003 年 10 月 23 日 (23.10.2003)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 03/087419 A1

- (51) 国際特許分類: C22C 38/00,
G02B 6/44, H01B 7/14, 7/18, 11/22
- (21) 国際出願番号: PCT/JP03/00216
- (22) 国際出願日: 2003 年 1 月 14 日 (14.01.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2002-110807 2002 年 4 月 12 日 (12.04.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 新日本製鐵株式会社 (NIPPON STEEL CORPORATION)

[JP/JP]; 〒100-8071 東京都千代田区大手町二丁目6番3号 Tokyo (JP). ナミテイ株式会社 (NAMITEI CO., LTD.) [JP/JP]; 〒577-0042 大阪府東大阪市西堤2丁目2番23号 Osaka (JP). 株式会社オーシーシー (OCC CORPORATION) [JP/JP]; 〒220-6215 神奈川県横浜市西区みなとみらい2丁目3番5号 Kanagawa (JP).

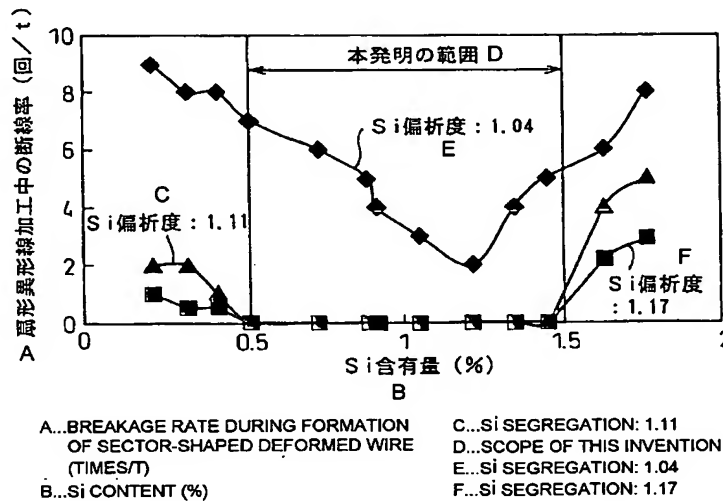
(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 大橋 章一 (OHASHI, Shoichi) [JP/JP]; 〒026-8567 岩手県釜石市鈴子町23-15 新日本製鐵株式会社 釜石製鐵所内 Iwate (JP). 出町 仁 (DEMACHI, Hitoshi) [JP/JP]; 〒100-8071 東京都千代田区大手町二丁目6番3号 新日本製鐵株式会社内 Tokyo (JP). 村尾 雅嗣

[続葉有]

(54) Title: DEFORMED WIRE FOR REINFORCING MARINE OPTICAL FIBER CABLE

(54) 発明の名称: 海底光ファイバーケーブル補強用異形線



(57) Abstract: A deformed wire for reinforcing a marine optical fiber cable used for the pressure-proof layer of the marine optical fiber cable and having a high strength of 1800 MPa or higher in tensile strength, characterized in that, by mass %, the requirement of $0.80 \leq C_{eq} \leq 1.80\%$ is satisfied where C is 0.65 to 1.1% and $C_{eq} = C + 1/4 Si + 1/5 Mn + 4/13 Cr$, the number of shearing bands crossing the center axis of L-section is 20 pieces/mm or less per unit length of the center axis, an angle formed by the center axis and the shearing bands is within the range of 10 to 90°, the tensile strength is 1800 MPa or higher, the cross section is formed generally in a sector shape, a plurality of the generally sector shapes are combined with each other to form a circular hollow cross section for storing optical fibers, the surface is formed in an irregular satin-finished surface with a depth of 0.2 to 5 μm , and welding parts are provided at least at one position in longitudinal direction.

(57) 要約: 海底光ケーブルの耐圧層に使用される強度の高い、引張り強さ1800MPa以上の海底光ファイバーケーブル用異形線を提供するもので、質量%で、C: 0.65%超~1.1%で $C_{eq} = C + 1/4 Si + 1/5 Mn + 4/13 Cr$

[続葉有]

BEST AVAILABLE COPY

WO 03/087419 A1



(MURAO, Masatsugu) [JP/JP]; 〒577-0042 大阪府 東
大阪市 西堤2丁目2番23号 ナミテイ株式会社内
Osaka (JP). 本多 通保 (HONDA, Michiyasu) [JP/JP]; 〒
577-0042 大阪府 東大阪市 西堤2丁目2番23号 ナ
ミテイ株式会社内 Osaka (JP).

(74) 代理人: 石田 敬, 外 (ISHIDA, Takashi et al.); 〒105-
8423 東京都 港区 虎ノ門 三丁目5番1号 虎ノ門37森
ビル 青和特許法律事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): CN, US.

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, SE, SI, SK, TR).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

r が、 $0.80\% \leq C_{eq} \leq 1.80\%$ を満足し、 L 断面中心軸線上を横切るせん断帯の数が中心軸の単位長さ当たり20本/mm以下であり、中心軸とせん断帯のなす角度が $10^\circ \sim 90^\circ$ の範囲内にあり、引張り強さが、1800MPa以上で、断面積が略扇形をなし、該略扇形が複数本合わせり光ファイバーを収容する円形中空断面を構成し、表面に深さ0.2~5 μm の凹凸からなる梨地表面を有し、長さ方向に少なくとも1ヶ所以上溶接部を有することを特徴とする海底光ファイバーケーブル補強用異形線。

明 細 書

海底光ファイバークーブル補強用異形線

技術分野

本発明は海底光ファイバークーブル用異形線に関するものである。

背景技術

光ファイバーを伝送路とした海底ケーブルの構造としては、例えば、図 1 または図 2 に示した構造のものが提案されている。

これらの構造を以下に説明する。1 は光ファイバー芯線 1 a を複数本撚り合わせた光ファイバーの集合体、あるいはこの集合体を紫外線硬化合成樹脂（紫外線硬化ウレタン）、あるいはこの集合体を熱可塑性合成樹脂によって固めた光ファイバーで中心部に抗張力体 1 b が挿通されている。2 は前記光ファイバーユニット 1 を水圧から保護するための耐圧層、3 はケーブルに加わる引張力に対応できるように、主として鋼線（ピアノ線）を撚り合わせて構成した抗張力層である。

この抗張力体層 3 は 1 層、または複数層構造とされ、ケーブルの敷設、回収時にかかるケーブル自重による張力負荷に耐える抗張力を持ち、かつ、外傷に対してケーブルを保護する役目をする。

4 は前記抗張力体層 3 の結束と気密、中継器への給電路となる金属層で、通常、銅またはアルミ等からなる金属テープを縦添え、溶接して宿径（絞り込み）し、チューブ状に形成したものである。

また、5 及び 6 は海水との絶縁を目的とする低密度と高密度のポリエチレン等で形成する絶縁層（シース）である。

これらのケーブルのうち図 1 に示したものは、耐圧層 2 として 3 個の略扇形の異形線を組み合わせたものを使用している。また、図 2 では抗張力体層 3 が 2 層に撚り巻きされている抗張力線の競り合いによって耐圧殻となるように構成されている。

海底光ケーブルの抗張力を主に担っているのは耐圧層 2 と抗張力体層 3 である。抗張力体 3 に使用されている鋼線（ピアノ線）の引張強さは 2 2 0 0 MPa レベルである。一方、耐圧層 2 に使用されている略扇形異形線には、例えば溶接性及び冷間加工性に優れた長尺高張力鋼線用の線材を用いた高強度の海底光ケーブル用異形線として、特公平 7 - 6 5 1 4 2 公報では、 $C_{eq} = C + (Mn + Cr) / 5 \geq 0.57\%$ に規定した鋼線より製造される引張り強さ 1 2 2 6 MPa 以上の略扇形断面の異形線が提案されている。しかし、達成されている引張り強さの最大値は 1 5 2 0 MPa レベルであり、ピアノ線の引張り強さに比べて低いのが現状である。

近年、海底ケーブルシステムに於いて通信容量の増大化が要求されている。通信容量の増大に対応するために光ファイバーの高性能化と共に海底光ケーブルに収納する光ファイバー数の増大化が求められている。

光ファイバーの収納数の増加に伴ない、光ファイバーユニットは外径が増大する。このため耐圧層 2 の内径が大きくなり、これに合わせてケーブル外径を増大させないためには耐圧層 2 の厚さを薄くしなければならないので、ケーブルの抗張力が低下する事になる。抗張力が低下すると、抗張力はケーブルの敷設、回収時にかかるケーブルの自重による張力負荷に対応するものなので、ケーブルの抗張力を越えないように、ケーブルの適用水深を浅くしなければならないという問題がある。

一方、耐圧層 2 の厚さを変えない場合は耐圧層 2 の外径が大きく

なる事となる。この場合、耐圧層 2 の外径増大にともない、ケーブルの抗張力を越えないように、ケーブルの適用水深を浅くしなければならないという問題がある。

また、通信容量の増大、ファイバー数の増大に対応して中継器に要求される処理能力やアンプ数が増大することになり、中継器に供給する電力量が増大することになる。中継器には、陸上に設置された端局から金属層 4 を給電路として電力が供給される。給電電力量の増大に伴い、端局で印可される電圧も高電圧になるために給電路となる金属層 4 の導電抵抗の低減が求められている。金属層 4 の導体抵抗を低減させるためには金属層 4 の断面積を増大させる必要がある。これは金属層 4 の厚さを増大させる事になるため、ケーブルの重量が増大する事になる。

ケーブルの重量増加、または、抗張力の低下にともなってケーブルの適用水深を浅くなるという問題点を解決するためには、ケーブルの抗張力部材の強度を高くしなければならない。

発明の開示

本発明は、溶接性及び冷間加工性に優れた長尺高張力鋼線用の線材を用いて、海底光ケーブルの耐圧層 2 に使用される強度の高い、引張り強さ 1800 MPa 以上の海底光ファイバーケーブル用異形線を提供するものである。

本発明は、上記課題を解決するためになされたもので、その要旨は次のとおりである。

(1) 質量%で、C : 0.65%超～1.1%、Si : 0.15～1.5%、Mn : 0.20～1.5%を含有し、更にCr : 1.2%以下で、(Mn + Cr) : 0.2～1.5%、Mo : 0.01～0.1%、V : 0.01～0.1%、Al : 0.002～0.1

%、 Ti : 0.002 ~ 0.1%、 Nb : 0.001 ~ 0.3%、 B : 0.0005 ~ 0.1%の1種または2種以上を($Mo + V + Al + Ti + Nb + B$)の合計で0.0005 ~ 0.5%含有し、残部 Fe 及び不可避免的不純物からなり、更に $Ceq = C + 1/4 Si + 1/5 Mn + 4/13 Cr$ が、 $0.80\% \leq Ceq \leq 1.80\%$ を満足し、フェライト・パーライト組織あるいはパーライト組織であって、かつ L 断面中心軸線上を横切るせん断帯(圧延方向に対して傾斜を有するシェアバンド)の数が中心軸の単位長さ当たり20本/mm以下であり、かつ、中心軸とせん断帯のなす角度が $10 \sim 90^\circ$ の範囲内にあり、引張り強さが、1800MPa以上で、断面積が略扇形をなし、該略扇形が複数本合わさり光ファイバーを収容する円形中空断面を構成し、表面に深さ $0.2 \sim 5 \mu m$ の凹凸からなる梨地表面を有し、長さ方向に少なくとも1ヶ所以上溶接部を有する事を特徴とする海底光ファイバーケーブル補強用異形線。

(2) 質量%で、 C : 0.65%超 ~ 1.1%、 Si : 0.5 ~ 1.5%、 Mn : 0.20 ~ 1.5%を含有し、更に Cr : 1.2%以下で、($Mn + Cr$) : 0.2 ~ 1.5%、 Mo : 0.01 ~ 0.1%、 V : 0.01 ~ 0.1%、 Al : 0.002 ~ 0.1%、 Ti : 0.002 ~ 0.1%、 Nb : 0.001 ~ 0.3%、 B : 0.0005 ~ 0.1%の1種または2種以上を($Mo + V + Al + Ti + Nb + B$)の合計で0.0005 ~ 0.5%含有し、残部 Fe 及び不可避免的不純物からなり、更に $Ceq = C + 1/4 Si + 1/5 Mn + 4/13 Cr$ が、 $0.80\% \leq Ceq \leq 1.80\%$ を満足し、フェライト・パーライト組織あるいはパーライト組織であって、かつ、パーライト組織のセメンタイトとフェライト界面からフェライト相側の30nmの範囲で、セメンタイト/フェライト界面の Si 最大偏析度(セメンタイトとフェライト界面からフェライ

ト相側に 30 nm の範囲での最大 Si 濃度 ÷ バルクの Si 含有量) ≥ 1.1 を満足するように Si 偏析しており、L 断面中心軸線上を横切るせん断帯（圧延方向に対して傾斜を有するシェアバンド）の数が中心軸の単位長さ当たり 20 本/mm 以下であり、かつ、中心軸とせん断帯のなす角度が $10 \sim 90^\circ$ の範囲内にあり、引張り強さが、1800 MPa 以上で、断面積が略扇形をなし、該略扇形が複数本合わさり光ファイバーを収容する円形中空断面を構成し、表面に深さ $0.2 \sim 5 \mu\text{m}$ の凹凸からなる梨地表面を有し、長さ方向に少なくとも 1ヶ所以上溶接部を有する事を特徴とする海底光ファイバーケーブル補強用異形線。

図面の簡単な説明

図 1 (a) は、略扇形異形線を使用して耐圧層を形成した海底ケーブルの傾斜図である。

図 1 (b) はその断面図である。

図 2 は、ピアノ線のみを使用して耐圧層を形成した海底ケーブルの断面図である。

図 3 は、 $TS = 2100 \text{ MPa}$ 級略扇形異形線の Si の含有量と Si のフェライト相への存在状況の略扇形異形線の加工性に及ぼす影響を示した図である。

図 4 は、 $0.82\% \text{ C} - 1.02\% \text{ Si} - 0.52\% \text{ Mn} - 0.0042\% \text{ Al}$ 成分系略扇形異形線のパーライト組織中の Si 分布状況を AP-FIM により測定した例を示す図である。

図 5 (a)、図 5 (b) は略扇形異形線の L 断面組織を示す写真である。

図 6 (a)、図 6 (b) は略扇形異形線の加工中断線事例を示す写真である。

図 7 は、略扇形異形線の L 断面中心軸線上を横切るせん断帯の数、角度の略扇形異形線の断線に及ぼす影響を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明について詳細に説明する。

前述したように、ケーブルの抗張力部材の強度を高くする目的で、略扇形異形線の引張り強さを 1 8 0 0 MPa 以上にすることがある。

略扇形異形線の引張り強さは、原料線材の引張り強さと冷間加工量により決まるが、略扇形異形線を製造する際の最大の課題は加工中に発生する断線であり、断線無く高強度化を図る事が本発明のポイントである。本発明者らの検討によれば、例えば、図 1 に示した海底光ファイバーケーブルのための補強用略扇形異形線 2 を高強度化を達成しつつ加工中の断線無く製造するためには、圧延方向に対して傾きを有するせん断帯を制御する事が重要である事が判明した。そのためには、例えば、略扇形異形線の引張り強さが 1 8 0 0 MPa では総減面率が 8 5 % 以下、2 0 0 0 MPa では 8 0 % 以下に抑える事が有効である。これらの条件を満たすためには、略扇形異形線の引張り強さ 1 8 0 0 MPa では圧延線材の引張り強さを 1 1 0 0 MPa 以上、2 0 0 0 MPa では 1 2 0 0 MPa 以上は必要である。

また、本発明者らは、略扇形異形線製造中の断線は、冷間加工中の発熱によるセメンタイト分解に起因する鋼材中に固溶したフリー炭素と鋼材中に固溶したフリーな窒素に起因する歪時効が進行し、発生する事を見出した。そのため、加工発熱によるセメンタイト分解を抑制するために有効な添加合金とその最適添加量を検討した結果、フェライト中のセメンタイト／フェライト界面に存在する S i 量を調整する事が有効であり、合わせて C r , M o , V , T i , N

bの炭化物形成する合金元素を補助的に添加する事により更に冷間加工中のセメンタイトの分解が抑制される事を見出した。

また、鋼材中の窒素を減少させるとともに、不可避的固溶した窒素はMo, Al, Ti, Nb, V, Bの窒化物により固定する事により窒素起因の歪時効を抑制する事が有効である事を見出した。

また、上記の鋼材は原料線材を溶接して冷間加工して略扇形異形線を製造する場合は、溶接部も含めて強度、靱性に優れている事が求められている。高強度化目的で添加するC, Si, Mn, Crは、添加量が増加する母材、溶接部の冷間加工性が悪化する組織になる傾向があるため、高強度化と冷間加工性をバランスさせた最適な範囲に規定する事が望ましい。

以上のように本発明では、高強度かつ良好な溶接性、冷間加工性の全てを満足するために、成分元素の範囲を規定している。以下に成分範囲の限定理由を説明する。

Cは、溶接性の観点から低い方が望ましいが、0.65%以下では、引張り強さ1100MPa以上を確保できない。一方、1.1%超では、連続鑄造工程での偏析が大きくなり、圧延線材内に冷間加工性を著しく劣化させるミクロマルテンサイト、初析セメンタイトが発生する事になるので、C含有量は0.65%超～1.1%とする。

Siは、固溶態硬化作用によって線材を強化する効果がある。0.15%以下ではその効果を得られない。また、1.5%超では靱性を劣化させるので0.15%～1.5%とする。

特に、異形加工中の断線率を防止するためには、前述したように冷間加工中のC起因の歪時効を抑制するためには、冷間加工中のセメンタイトの分解、Cのフェライトへの固溶を抑制する必要があるが、そのためには、Siの含有量を0.5%～1.5%とし、パー

ライト組織のセメンタイトとフェライト界面からフェライト相側の 30 nm の範囲で、セメンタイト／フェライト界面の S i 最大偏析度（セメンタイトとフェライト界面からフェライト相側に 30 nm の範囲での最大 S i 濃度÷バルクの S i 含有量） ≥ 1.1 を満足するように S i が存在するように制御する必要がある。図 3 に、引張り強さが 2100 MPa の略扇形異形線の S i の含有量と S i のフェライト相への存在状況の略扇形異形線の加工性に及ぼす影響を示した。本発明の範囲内であれば、加工中の断線は発生しない。尚、セメンタイト／フェライト界面の S i 偏析度の分布状況は、例えば、図 4 に示すように AP-FIM などにより測定し、求める事が可能である。特に、引張り強さが 2000 MPa 以上の場合は、S i を前述の範囲に規定する事が望ましい。

S i をセメンタイト／フェライト界面に効率良く偏析させるためには、例えば、伸線加工性を劣化させる粗いパーライトが析出しない程度にパーライト変態高温化、終了までの時間を長時間化し、セメンタイト析出時にフェライト相側に排出される S i 量を出来る限り多くする事が有効である。そのためには、線材圧延後の衝風冷却の冷速を 1～10℃/秒以下にする事などが有効である。

Mn は、溶接性に影響が少なく、強度を増加させるかつ S を硫化物として固定し、線材圧延中の熱間脆性を抑制する元素であり、可能な範囲で添加することが望ましい。Mn 0.2%未満では S を硫化物として固定することが出来ず、また、線材の引張り強さが 1100 MPa 以上が確保出来ない。一方、1.5%超では線材の焼き入れ性が高くなりすぎて、ミクロマルテンサイトが発生し、加工性を著しく劣化される事があるので、0.2%～1.5%の範囲を限定した。

Cr は Mn と全く同じ作用を持つ元素で、Mn の一部と置換し、

添加することが出来る。また、パーライトを微細に線材の強度を上げる事に加えて前述したように、炭化物を形成し、セメンタイトの安定性を促進する元素である。Crが1.2%を越えて、しかもMnとCrの合計量が1.5%を越えるとミクロマルテンサイトが発生するのでCr:1.2%以下で、(Cr+Mn):0.2~1.5%の範囲に限定した。

Mo, Al, V, Ti, Nb, Bはいずれも γ 粒度の調整する事に加えて、前述したように炭化物、窒化物を形成し、セメンタイトの安定性及び固溶窒素の固定を促進する元素である。Mo:0.01%未満、Al:0.002%未満、V:0.01%未満、Ti:0.002%未満、Nb:0.001%未満、B:0.0005%未満で1種類または2種類以上を(Mo+V+Al+Ti+Nb+B)の合計で0.0005%未満ではその効果が得られない。Mo:0.1%超、Al:0.1%超、V:0.1%超、Ti:0.1%超、Nb:0.3%超、B:0.1%超では1種類または2種類以上を合計で0.5%超ではその効果が飽和する上に靱性が劣化するためにMo:0.01~0.1%、V:0.01~0.1%、Al:0.002~0.1%、Ti:0.002~0.1%、Nb:0.001~0.3%、B:0.0005~0.1%の1種類または2種類以上を合計で0.0005~0.5%に限定した。

P, Sはいずれも靱性を劣化させる観点から0.03%以下が望ましい。Nは時効抑制の観点から0.01%以下に抑える事が望ましい。

原料線材の強度は、 $Ceq = C + 1/4 Si + 1/5 Mn + 4/13 Cr$ と線材のオーステナイト域からの冷速によって確定される。Ceqが高い程、冷速が高いほど線材の強度は増加するが、本発明者らの検討によるとCeqが0.80%以上でなければ1100

MPa 以上の強度を有する線材は得られないことが判明したので略扇形異形線の引張り強さが 1800 MPa 以上では 0.80% 以上に限定した。これより低い Ceq では、線材の強度を確保するために、線材の冷却速度を極めて高速に上げる必要が発生し、冷間加工性に有害なベーナイト、マルテンサイトの析出を回避できないためである。

また、 $Ceq = 1.80\%$ 超では、線材の焼き入れ性が上がり、線材の冷速を調整しても冷間加工性に有害なベーナイト、マルテンサイトが析出し、加工性を著しく劣化させる事があるので、1.80% を上限とした。

ダイスによる丸線への伸線加工の場合には軸方向に揃った繊維集合組織が発達するが、略扇形異形線を製造する際には、一般的には、略扇形状カリバーを有するローラーにて冷間圧延を行うために、図 5 に示すように軸方向平行に揃った組織に加えて圧延方向に対して傾きを有するせん断帯 10 が形成される。せん断帯 10 のパーライトラメラ間隔は、圧延方向に揃ったパーライトのラメラ間隔より極めて微細であり、加工歪が局部的に集中している事を示している。そのため、せん断帯 10 の延性は周囲に比較して低く、最悪の場合、図 6 に示すように加工中にせん断帯 10 を起点に断線 13 が発生し、また、略扇形異形線自体の延性低下の原因ともなるので、その存在を極力少なくする必要があるとともに、不可避免的に存在する場合もせん断 10 と中心軸 11 のなす角度 12 が極端に低角度にならないようにする事が重要である。低角度である事は、ローラー圧延中の略扇形の外径側と内径側の変形状況が大きく異なり、よりせん断帯に歪が集中する事になり、延性が低下している事を意味している。図 7 に示すように、略扇形異形線の L 断面中心軸線 11 上を横切るせん断帯の数が中心軸 12 の単位長さ当たり 20 本/mm

以下、かつ、中心軸 1 1 とせん断帯のなす角度 1 2 が $10 \sim 90^\circ$ の範囲内とする事により加工中の断線を抑制できる。尚、せん断帯の傾きは、冷間圧延のかりバー条件などにより圧延方向に傾く場合とその反対方向へ傾く場合があるが、せん断帯と中心軸とのなす角度は、圧延方向に関係なく、小さい方の角度を $10 \sim 90^\circ$ の範囲に規定するものである。

このせん断帯 1 0 の発生を抑制する手法としては、例えば、前述したように、略扇形異形線の強度が上がるに従い、総減面率を小さくする事により達成できる。しかし、従来実用化されている線径 5.0 mm の線材では、冷間加工時の減面率を小さくする事に限界がある。線径 5.0 mm 未満、例えば 4.5 mm, 4.0 mm, 3.0 mm などの線材を冷間加工し、略扇形異形線を製造する事により減面率は低減可能となる。また、線径 5.0 mm 以下とする事により線材圧延中の加工量が増加する効果により γ 粒径が微細となり γ 粒度番号で 8 番以上に微細化する事が可能となり、単に総減面率を低減する以上の延性改善効果が発揮される。更に、前述したように Si の添加量を調整し、伸線加工中の歪時効抑制も効果的である。

また、せん断帯 1 0 発生を抑制し、かつ角度 1 2 を制御するためには、略扇形の外径側と内径側の相対速度が大きく異ならないように上下の圧延ローラーのかりバー形状を調整する事も有効である。

尚、図 6 の断線の例は、せん断帯の角度は本発明の範囲を満足するが、せん断帯本数が単位長さ当たり 24.3 本/mm あり、本発明の範囲を越えるために断線が発生した。

前述したように、全長約 50 ~ 100 km の条長を有する海底ケーブルを製造するために、2 t 単重線材に於いて良好な溶接性と溶接部を含めた全長で良好な加工性を有し、略扇形異形線に加工した際に、1800 MPa 級以上の強度を確保する成分系としては、C e q

$= C + 1/4 Si + 1/5 Mn + 4/13 Cr$ として、 $0.80\% \leq Ceq \leq 1.80\%$ の範囲内に調整する事が有効である。

尚、溶接部とその近傍は A_1 点以上に加熱された後急冷されるため、溶接ままでは硬質なマルテンサイト組織となり、冷間加工性が著しく劣化しているために、溶接後に溶接部を再度オーステナイト域に加熱し、冷却する熱処理が必要である。

例えば、強化加圧アップセット溶接条件としては、 A_1 点温度 + 50°C 以上で、線材線径 D (単位: mm) において $5 \times D$ (単位: 秒) 以上の条件で加熱後に強化加圧アップセット溶接する。その溶接部を A_1 点温度 + 50°C 以上、 $+300^\circ\text{C}$ 以上の温度範囲で、線材線径 D (単位: mm) において $5 \times D$ (単位: 秒) 以上の加熱時間で再加熱後に、冷速 $3 \sim 20^\circ\text{C}/\text{秒}$ の条件で冷却する。あるいは、焼鈍時の再加熱後に、TTT 曲線のノーズ温度 \sim TTT 曲線のノーズ温度 + 50°C の範囲に冷速 $3 \sim 20^\circ\text{C}/\text{秒}$ の条件で冷却し、その後、TTT 曲線のノーズ温度 \sim TTT 曲線のノーズ温度 + 50°C の範囲に 5 秒以上、5 分以下保持し、その後、 $3^\circ\text{C}/\text{秒}$ 以上の冷速で冷却する事が望ましい。

線材の溶接において、問題となるのは、溶接後の焼鈍工程で前述の目標を達成する組織を確保する事にある。一般的には、バット溶接後、溶接部を γ 域に再加熱した後に冷速を制御し冷却し、焼鈍を実施する。その際、 Ceq が 0.80% 未満では、良好な溶接性、加工性を有する組織は確保できるが、溶接部強度として、 1100 MPa 以上の強度を有する線材は得られず、略扇形異形線の引張り強さとして、 1800 MPa 以上は確保出来ないので、 Ceq として 0.80% 以上に限定した。これより低い Ceq では、線材の強度を確保するために、焼鈍時の冷却速度を極めて高速に上げる必要が発生し、冷間加工性に有害なベーナイト、マルテンサイトの析出を回

避できないためである。

また、 $Ceq = 1.80\%$ 超では、線材の焼き入れ性が上がり、焼鈍時の冷速を調整しても冷間加工性に有害なベーナイト、マルテンサイトが析出し、溶接部の加工性を著しく劣化させる事があるので、 1.80% を上限とした。

また、圧延線材を溶接して長尺線材とするその他方法としては、強加工アップセット方式、TIG方式、レーザー方式などを用い、特に限定されない。

ただし、溶接後の熱処理でも熱影響部は不可避免的に発生しているため、熱影響によりラメラセメントタイトが分解、球状化しており、線材段階でも母材に比較して強度が低い上に、冷間加工中の加工硬化量が低いため、異形線の母材部と熱影響部の強度差は、線材段階での母材部と熱影響部の強度差以上に大きくなる。この傾向は略扇形異形線が高強度になるに従い顕著になる。

これらの問題を解決する手段としては、例えば、線材圧延前のビレットを加熱炉にて加熱直後のオーステナイト域の温度にて溶接した後に線材圧延を行う事が有効である。ビレットを熱間で溶接する事により先の熱影響部の問題は皆無となる。均一な組織、機械的特性を有する2tを越える大単重線材コイルから略扇形異形線を製造することにより、異形線の機械的特性のバラツキは大幅に軽減できる。

ビレットを熱間で溶接する方法としては、フラッシュバット方式、強加工アップセット方式、TIG方式、レーザー方式などを用い、特に限定されないが、溶接時のビレットの温度低下保証など考慮するとビレットは 1000°C 以上に加熱後に溶接する必要がある。

海底ケーブル用ケーブルは前述した図1に示すように、水走り防止のために、光ファイバーユニット1と耐圧層2、あるいは、耐圧

層 2 と金属層 4 の間の空隙部分にコンパウンドを充填する。ここで、例えば、図 1 に示すように略扇形異形線 2 の内周面 9 に梨地加工が施されると、コンパウンドとの間の摩擦係数が増加し、水走り防止性が向上する。

また、略扇形異形線 2 の側面 8 が梨地状に加工されていると、略扇形異形線を組み合わせて耐圧層を構成した時、耐圧層の構造安定性が増加する。

この梨地は深さ 0.2 ～ 5 μm 程度の凹凸で、略扇形異形線製造工程の採集工程のロール表面を梨地加工すること、あるいは異形線の表面をショットブラスト加工することなどによって付与される。

尚、略扇形異形線の本数としては、図 1 で円形を 3 分割した略扇形の形状を示しているが、3 分割に限定しているものではなく、その用途、使用条件により複数本の分割扇形とすることが出来る。尚、工業的見地から 2 ～ 10 本程度扇形が望ましい。

実施例

(実施例 1)

上記の特徴を有する海底光ファイバケーブル補強用異形線は、例えば、0.82% C - 1.0% Si - 0.50% Mn - 0.0045% Al (Ceq = 1.23%) を含有する単重 2 t のビレットを 1050℃ に加熱後に、2 つのビレットを熱間でフラッシュバット溶接した後、線径 4.0 mm に圧延し、7℃/秒程度の衝風冷却により引張り強さ 1300 MPa に調整した単重 4 t の線材コイルを製造する。その後、スケールを除去後に燐酸亜鉛被膜処理し、3.0 mm までダイス伸線とし、ローラーの冷間圧延で厚さ 1.8 mm 厚の断面矩形状線材とする。ついで略扇形にするために略扇形状カリバーを有するローラーにて冷間圧延を行い、図 2 の海底光ファイバケ

ープルに示すような外径 $b : 5.2 \text{ mm}$ 、内径 $a : 2.55 \text{ mm}$ 、厚み $t : 1.325 \text{ mm}$ 、引張り強さ 1820 MPa の梨地深さは平均で $1 \mu \text{ mm}$ を有する長さ 60 km の略扇形異形線 2 を得ることが出来る。その略扇形異形線の L 断面ミクロ組織にはせん断帯は存在しない。

表 1 ～ 表 6 (表 2 ～ 表 6 は表 1 のつづき) に線材の組成、 Ceq 、 TS 、線材を異形線に加工したときに加工性、異形線の強度、保護層を形成する異形線の数などを示した。

表 1

試驗 No.	化 學 成 分 (%)												V+Al+Ti+Mo+Nb+B
	C	Si	Mn	Cr	Mn+Cr	Ceq	Al	Ti	Mo	V	Nb	B	
1	0.67	0.22	0.80		0.80	0.89	0.042						0.042
2	0.72	0.20	0.75		0.75	0.92	0.044						0.044
3	0.82	0.21	0.77		0.77	1.03	0.035						0.035
4	0.93	0.19	0.72		0.72	1.12	0.038						0.038
5	1.04	0.22	0.75		0.75	1.25	0.040						0.040
6	0.82	0.22	0.50	0.24	0.74	1.05	0.039						0.039
7	0.82	0.19	0.22	0.72	0.94	1.13	0.025						0.025
8	0.81	0.19	0.75		0.75	1.01		0.015					0.015
9	0.79	0.22	0.75		0.75	1.00	0.022	0.020					0.042
10	0.82	0.24	0.73		0.73	1.03	0.035		0.043				0.078
11	0.83	0.24	0.65		0.65	1.02	0.032			0.055			0.087
12	0.80	0.23	0.63		0.63	0.98	0.031				0.052		0.083
13	0.82	0.21	0.62		0.62	1.00	0.033					0.043	0.076
14	0.83	0.19	0.64		0.64	1.01	0.025						0.140
15	0.80	0.22	0.65		0.65	0.99	0.035		0.045	0.055			0.135
16	0.79	0.23	0.68		0.68	0.98	0.033		0.065		0.035		0.117
17	0.83	0.25	0.62		0.62	1.02	0.022	0.015	0.042			0.042	0.173
18	0.92	0.21	0.77		0.77	1.13	0.035		0.035	0.052	0.045	0.004	0.035
19	0.92	0.21	0.77		0.77	1.13	0.035						0.035
20	0.92	0.21	0.77		0.77	1.13	0.035						0.035
21	0.92	0.21	0.77		0.77	1.13	0.035						0.035
22	0.92	0.21	0.77		0.77	1.13	0.035						0.035
23	0.92	0.21	0.77		0.77	1.13	0.035						0.035
24	0.92	0.21	0.77		0.77	1.13	0.035						0.035
25	0.92	0.21	0.77		0.77	1.13	0.035						0.035
26	0.92	0.65	0.53		0.53	1.19	0.045						0.045
27	0.92	1.20	0.52		0.52	1.32	0.043						0.043
28	0.92	1.45	0.53		0.53	1.39	0.041						0.041
29	0.92	1.00	0.32	0.21	0.53	1.30	0.039						0.039
30	0.92	1.00	0.32	0.21	0.53	1.30	0.039						0.039
31	0.92	1.00	0.32	0.21	0.53	1.30	0.039						0.039
32	0.92	1.00	0.32	0.21	0.53	1.30	0.039						0.039

表 2

試験 No.	線 材 の 特 性				
	線径(mm)	線材のTS(MPa)	線材の組織	溶接手段	溶接部のTS(MPa)
本発明例	1	6.30	1131	$\alpha + P$	溶接部の組織
	2	6.00	1176	強加圧777' ϵ 77	1118
	3	5.00	1298	強加圧777' ϵ 77	1162
	4	4.50	1410	レ-4'-	1279
	5	4.00	1552	レ-4'-	1388
	6	5.00	1325	7777777777	1524
	7	5.00	1399	7777777777	1306
	8	5.50	1247	TIG	1379
	9	5.50	1262	TIG	1231
	10	5.00	1342	強加圧777' ϵ 77	1246
	11	5.00	1345	強加圧777' ϵ 77	1323
	12	5.00	1303	レ-4'-	1326
	13	5.00	1309	レ-4'-	1284
	14	5.00	1386	7777777777	1290
	15	5.00	1359	7777777777	1366
	16	5.00	1339	TIG	1340
	17	5.00	1432	TIG	1319
	18	4.50	1412	強加圧777' ϵ 77	1411
	19	4.50	1412	強加圧777' ϵ 77	1390
	20	4.50	1412	レ-4'-	1390
	21	4.50	1412	レ-4'-	1390
	22	4.50	1412	7777777777	1390
	23	4.50	1412	7777777777	1390
	24	4.50	1412	TIG	1390
	25	4.50	1412	TIG	1390
	26	5.50	1422	BT熱間溶接	1412
	27	5.50	1435	強加圧777' ϵ 77	1404
	28	5.50	1457	強加圧777' ϵ 77	1416
	29	5.50	1417	レ-4'-	1438
	30	4.00	1418	レ-4'-	1399
	31	3.50	1419	7777777777	1393
	32	3.00	1420	7777777777	1390
				TIG	1386

* 組織略号： α ：フェライト、P：パーライト、初析 \odot ：初析セメンタイト、B：バーナイト、M：マルテンサイト

表 3

試験 No.	異 性 線 の 特 性										加工性
	外径 (mm)	内径 (mm)	減面率 (%)	TS (MPa)	EL (%)	保護層を形成す る異形線の個数	α/θ 界面 のSi偏析度	せん断 帯の数	せん断 帯の角度		
本発明例	1	5.20	2.55	82.6	1830	3.2	3	-	13	42	良好
	2	5.20	2.55	80.8	1836	3.3	3	-	11	43	良好
	3	5.20	2.55	72.3	1812	3.1	3	-	7	48	良好
	4	5.20	2.55	65.8	1840	3.2	3	-	0	45	良好
	5	5.20	2.55	56.8	1887	3.0	3	-	0	43	良好
	6	5.20	2.55	72.3	1839	2.9	3	-	7	42	良好
	7	5.20	2.55	72.3	1913	2.9	3	-	8	42	良好
	8	5.20	2.55	77.1	1837	3.2	3	-	7	45	良好
	9	5.20	2.55	77.1	1852	3.2	3	-	8	39	良好
	10	5.20	2.55	72.3	1856	3.3	3	-	8	38	良好
	11	5.20	2.55	72.3	1859	3.1	3	-	7	43	良好
	12	5.20	2.55	72.3	1817	3.2	3	-	8	42	良好
	13	5.20	2.55	72.3	1823	3.0	3	-	8	41	良好
	14	5.20	2.55	72.3	1900	3.1	3	-	7	45	良好
	15	5.20	2.55	72.3	1873	3.2	3	-	8	46	良好
	16	5.20	2.55	72.3	1852	3.0	3	-	6	48	良好
	17	5.20	2.55	72.3	1946	2.9	3	-	8	43	良好
	18	5.20	2.55	65.8	1842	3.1	3	-	8	17	良好
	19	5.20	2.55	65.8	1842	3.1	3	-	8	28	良好
	20	5.20	2.55	65.8	1842	3.1	3	-	8	58	良好
	21	5.20	2.55	65.8	1842	3.1	3	-	8	65	良好
	22	5.20	2.55	65.8	1842	3.1	3	-	8	72	良好
	23	5.20	2.55	65.8	1842	3.1	3	-	3	42	良好
	24	5.20	2.55	65.8	1842	3.1	3	-	17	43	良好
	25	5.20	2.55	65.8	1842	3.1	3	-	16	47	良好
	26	5.20	2.55	77.1	2012	2.8	3	1.22	12	35	良好
	27	5.20	2.55	77.1	2025	2.9	3	1.34	4	39	良好
	28	5.20	2.55	77.1	2047	3.1	3	1.56	3	32	良好
	29	5.20	2.55	77.1	2007	3.0	3	1.43	6	36	良好
	30	5.20	2.55	78.6	2035	3.0	6	1.52	6	31	良好
	31	5.20	2.55	79.1	2045	3.0	8	1.77	7	29	良好
	32	5.20	2.55	77.3	2013	3.0	10	1.83	5	26	良好

表 4

試驗 No.	化 學 成 分 (%)											
	C	Si	Mn	Cr	Mn+Cr	Ceq	Al	Ti	Mo	V	Nb	B
比較例	33	0.60	0.25	0.54		0.54	0.77	0.036				V+Al+Ti+Mo+Nb+B 0.036
	34	1.12	0.25	0.88		0.88	1.36	0.042				0.042
	35	0.82	1.64	0.55		0.55	1.34	0.041				0.041
	36	0.82	0.25	1.00	0.67	1.67	1.29	0.042				0.042
	37	0.82	1.03	0.53		0.53	1.18	0.042	0.025	0.230	0.230	0.007
	38	0.82	0.25	0.95		0.95	1.07	0.042				0.042
	39	0.82	0.22	0.92		0.92	1.06	0.041				0.041
	40	0.82	0.24	0.91		0.91	1.06	0.043				0.043
	41	0.82	1.01	0.47		0.47	1.17	0.040				0.040

表 5

試験 No.	線 材 の 特 性						
	線径(mm)	線材のTS(MPa)	線材の組織	溶接手段	溶接部のTS(MPa)	溶接部の組織	
比較例	33	6.80	995	$\alpha + P$	TIG	984	$\alpha + P$
	34	5.00	1478	P + 初析 Θ	強加圧TIG	1499	P + 初析 $\Theta + M$
	35	5.00	1452	P + B	強加圧TIG	1473	P + M
	36	5.00	1473	P + M	レーザー	1494	P + M
	37	5.50	1428	P + M	レーザー	1447	P + M
	38	5.50	1343	P	TIG	1326	P
	39	5.50	1328	P	TIG	1311	P
	40	5.50	1333	P	TIG	1316	P
	41	5.50	1440	P	TIG	1421	P

*組織略号： α ：フェライト、P：パーライト、初析 Θ ：初析セメンタイト、B：ベーナイト、M：マルテンサイト

表 6

	試験 No.	異 性 線 の 特 性									
		外径 (mm)	内径 (mm)	減面率 (%)	TS (MPa)	EL (%)	保護層を形成す る異形線の個数	α/θ 界面 のSi偏析度	せん断 帯の数	せん断帯 の角度	加工性
比較例	33	5.20	2.55	85.0	1755	3.2	3	—	5	43	良好
	34	5.20	2.55	72.3	1992	1.2	3	—	25	43	断線発生
	35	5.20	2.55	72.3	1966	1.6	3	—	7	42	断線発生
	36	5.20	2.55	72.3	1987	1.5	3	1.83	9	42	断線発生
	37	5.20	2.55	77.1	2018	1.7	3	1.83	7	37	断線発生
	38	5.20	2.55	77.1	1934	1.2	3	—	29	39	断線発生
	39	5.20	2.55	77.1	1918	1.5	3	—	9	8	断線発生
	40	5.20	2.55	77.1	1924	2.1	3	—	31	6	断線発生
	41	5.20	2.55	77.1	2130	0.7	3	1.03	8	39	断線発生

N o . 1 ~ 3 2 までは本発明例で、その他は比較例である。本発明であれば、線材の良好な加工性が確保され、2 0 0 0 MPa 級を越える略扇形異形線が製造可能である。

比較例 N o . 3 3 に示すように、 C_{eq} が、本発明の範囲を低めに外れるため、断線を抑制するために総減面率 8 5 % 以下製造しようとした場合、1 8 0 0 MPa 以上の略扇形異形線の強度を確保する事が出来ない。

比較例 N o . 3 4 に示すように、 C が本発明の範囲を高めに外れる場合、溶接部を含めて加工性が著しく劣化し、略扇形異形線を安定的に製造出来ない。

比較例 N o . 3 5 に示すように、 Si が本発明の範囲を高めに外れる場合、溶接部を含めて加工性が著しく劣化し、略扇形異形線を安定的に製造出来ない。

比較例 N o . 3 6 に示すように、 $(Mn + Cr)$ が本発明の範囲を高めに外れる場合、溶接部を含めて加工性が著しく劣化し、略扇形異形線を安定的に製造出来ない。

比較例 N o . 3 7 に示すように、範囲内に C_{eq} があっても、 Al , Ti , Mo , V , Nb , B の総量が高めに外れれば、加工性が著しく劣化し、略扇形異形線を安定的に製造出来ない。

以上、比較例 3 3 ~ 3 7 に示すように成分が本発明の範囲内に外れれば、高強度略扇形異形線は安定的に製造出来ない。

比較例 N o . 3 8 に示すように、略扇形異形線内のせん断帯角度が、本発明の範囲を多めに外れる場合、比較例 N o . 3 9 に示すように、せん断帯角度が本発明の範囲を低めに外れる場合、比較例 4 0 に示すように、略扇形異形線内のせん断帯の数が、せん断帯角度が本発明の範囲を両方外れる場合、加工中に断線が多発し、略扇形異形線を安定的に製造出来ない。

以上、比較例 38～40 に示すように成分が本発明の範囲内にあっても、マイクロ組織としてせん断帯の数、角度が本発明の範囲から外れれば、高強度略扇形異形線は安定的に製造出来ない。

比較例 No. 40 に示すように、セメンタイト／フェライト界面の Si 偏析度が、本発明の範囲を多めに外れる場合、伸線中の時効が進行し、加工性が著しく劣化し、略扇形異形線を安定的に製造出来ない。

(実施例 2)

0.82% C - 1.0% Si - 0.50% Mn - 0.0045% Al (Ce q = 1.23%) を含有する単重 2 t のビレットを 1050℃ に加熱後に、線径 4.0 mm に圧延し、7℃/秒程度の衝風冷却により引張り強さ 1300 MPa に調整した単重 2 t の線材コイルを製造し、その後、スケールを除去後に燐酸亜鉛被膜処理した。その後、線材を 900℃ × 1 分間に加熱し、バット溶接し、冷却する。その溶接部を 850℃ × 1 分間で再加熱後に、冷速 10℃/秒の条件で冷却した後に 3.0 mm までダイス伸線とし、ローラーの冷間圧延で厚さ 1.8 mm 厚の断面矩形状線材とした。ついで略扇形にするために略扇形状カリバーを有するローラーにて冷間圧延を行い、外径 b : 5.2 mm、内径 a : 2.55 mm、厚み t : 1.325 mm、引張り強さ 1820 MPa の梨地深さは平均で 1 μm を有する長さ 60 km の略扇形異形線を製造した。

産業上の利用可能性

本発明の略扇形異形線は、溶接により所望の長尺が得られ、しかも非常に高い強度が確保できるため、ケーブルの重量増加、または、抗張力の低下にともなって適用水深が浅くなるという問題点を解決することができる。また、現状の構造のケーブルに適用した場合

、より深い水深に適用できるという効果も有する。

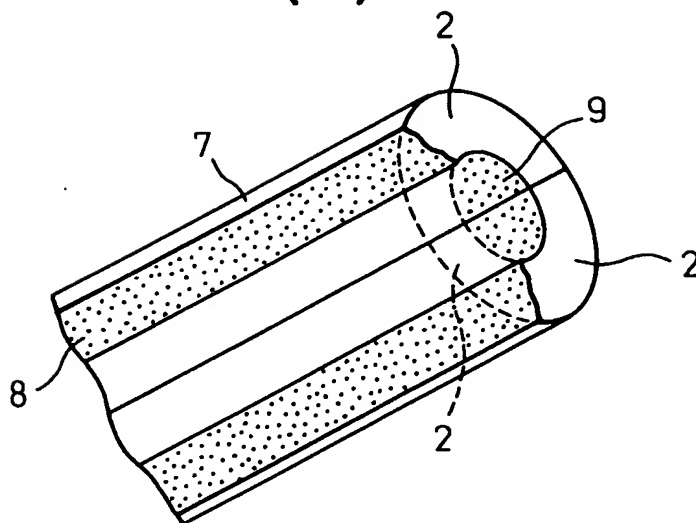
請 求 の 範 囲

1. 質量%で、C : 0.65%超～1.1%、Si : 0.15～1.5%、Mn : 0.20～1.5%を含有し、更にCr : 1.2%以下で、(Mn + Cr) : 0.2～1.5%、Mo : 0.01～0.1%、V : 0.01～0.1%、Al : 0.002～0.1%、Ti : 0.002～0.1%、Nb : 0.001～0.3%、B : 0.0005～0.1%の1種または2種以上を(Mo + V + Al + Ti + Nb + B)の合計で0.0005～0.5%含有し、残部Fe及び不可避免的不純物からなり、更に $Ceq = C + 1/4 Si + 1/5 Mn + 4/13 Cr$ が、 $0.80\% \leq Ceq \leq 1.80\%$ を満足し、フェライト・パーライト組織あるいはパーライト組織であって、かつL断面中心軸線上を横切るせん断帯（圧延方向に対して傾斜を有するシェアバンド）の数が中心軸の単位長さ当たり20本/mm以下であり、かつ、中心軸とせん断帯のなす角度が10～90°の範囲内にあり、引張り強さが、1800MPa以上で、断面積が略扇形をなし、該略扇形が複数本合わさり光ファイバーを収容する円形中空断面を構成し、表面に深さ0.2～5μmの凹凸からなる梨地表面を有し、長さ方向に少なくとも1ヶ所以上溶接部を有することを特徴とする海底光ファイバーケーブル補強用異形線。

2. 質量%で、C : 0.65%超～1.1%、Si : 0.5～1.5%、Mn : 0.20～1.5%を含有し、更にCr : 1.2%以下で、(Mn + Cr) : 0.2～1.5%、Mo : 0.01～0.1%、V : 0.01～0.1%、Al : 0.002～0.1%、Ti : 0.002～0.1%、Nb : 0.001～0.3%、B : 0.0005～0.1%の1種類または2種類以上を(Mo + V + Al + Ti + Nb + B)の合計で0.0005～0.5%含有し、

残部 $F e$ 及び不可避免的不純物からなり、更に $C e q = C + 1 / 4 S i + 1 / 5 M n + 4 / 13 C r$ が、 $0.80\% \leq C e q \leq 1.80\%$ を満足し、フェライト・パーライト組織あるいはパーライト組織であって、かつ、パーライト組織のセメンタイトとフェライト界面からフェライト相側の 30 nm の範囲で、セメンタイト／フェライト界面の $S i$ 最大偏析度（セメンタイトとフェライト界面からフェライト相側に 30 nm の範囲での最大 $S i$ 濃度÷バルクの $S i$ 含有量） ≥ 1.1 を満足するように $S i$ 偏析しており、 L 断面中心軸線上を横切るせん断帯（圧延方向に対して傾斜を有するシェアバンド）の数が中心軸の単位長さ当たり 20 本/mm 以下であり、かつ、中心軸とせん断帯のなす角度が $10 \sim 90^\circ$ の範囲内にあり、引張り強さが、 1800 MPa 以上で、断面積が略扇形をなし、該略扇形が複数本合わさり光ファイバーを収容する円形中空断面を構成し、表面に深さ $0.2 \sim 5\text{ }\mu\text{ m}$ の凹凸からなる梨地表面を有し、長さ方向に少なくとも $1\text{ }\mu\text{ m}$ 所以上溶接部を有することを特徴とする海底光ファイバーケーブル補強用異形線。

Fig.1
(a)



(b)

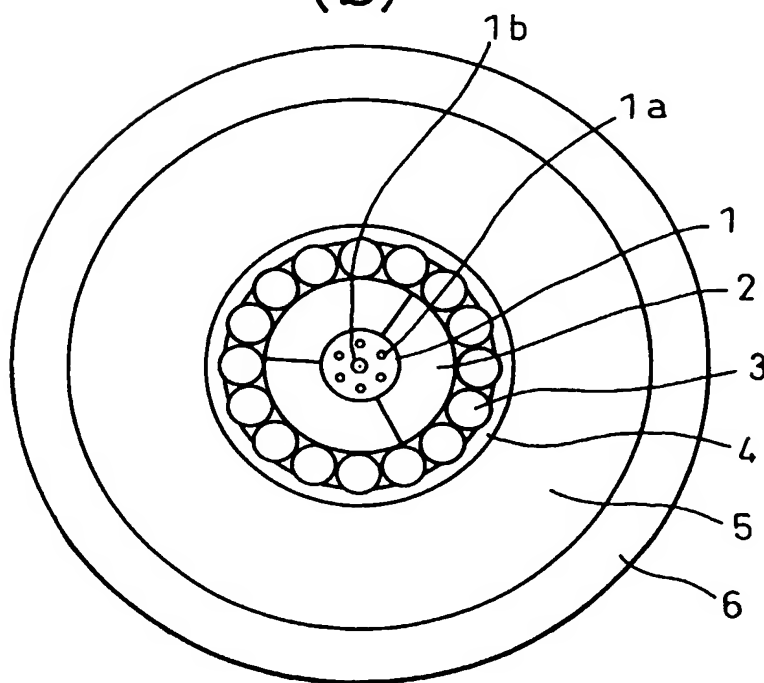


Fig.2

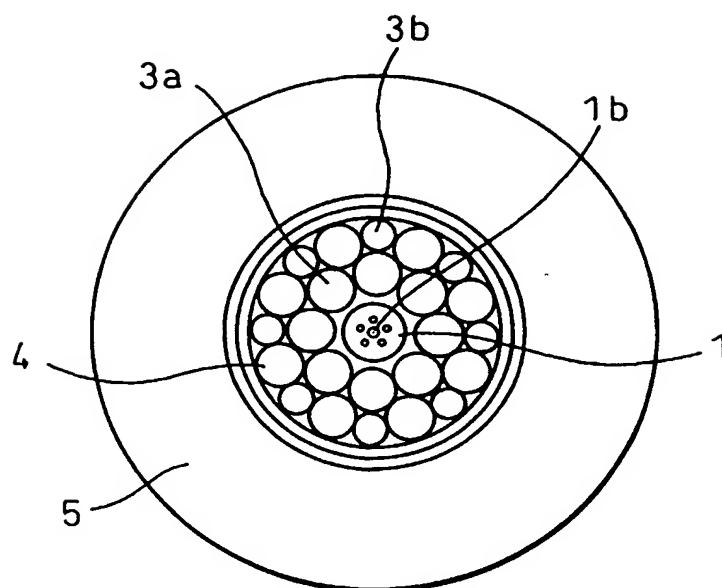


Fig.3

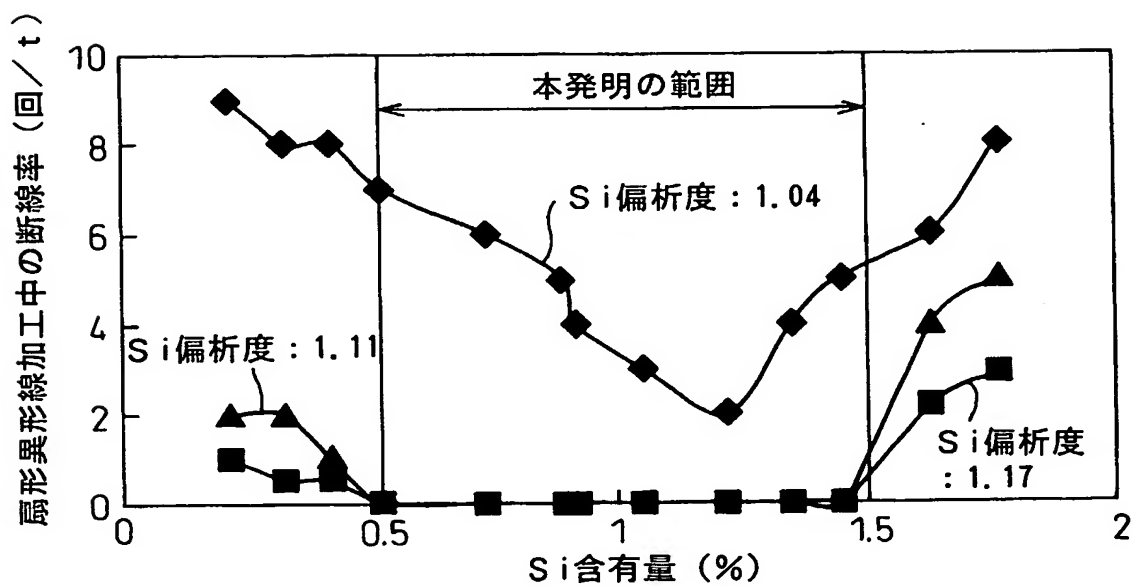


Fig.4

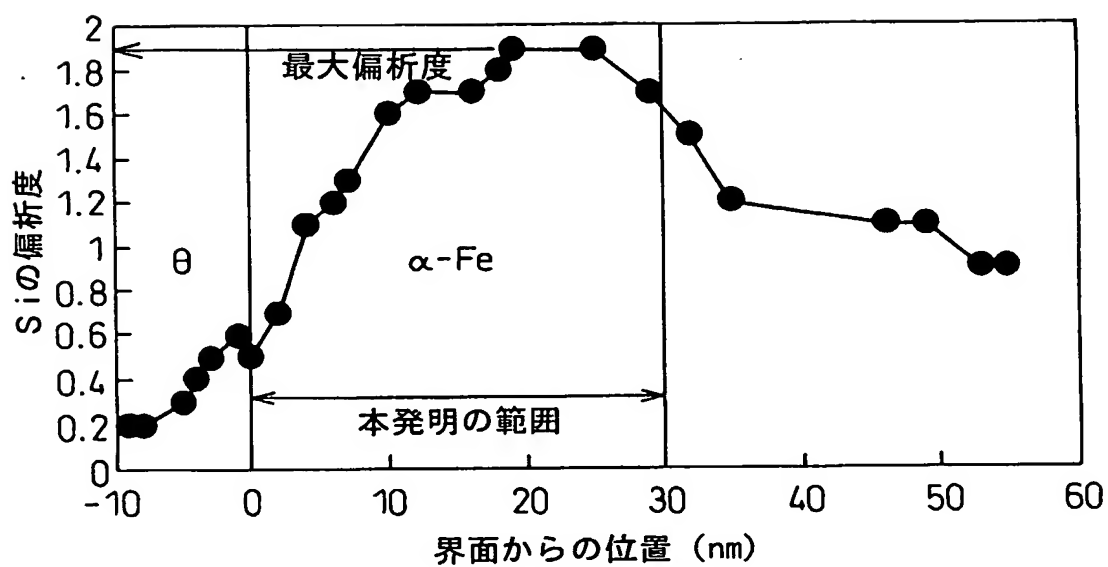


Fig.5

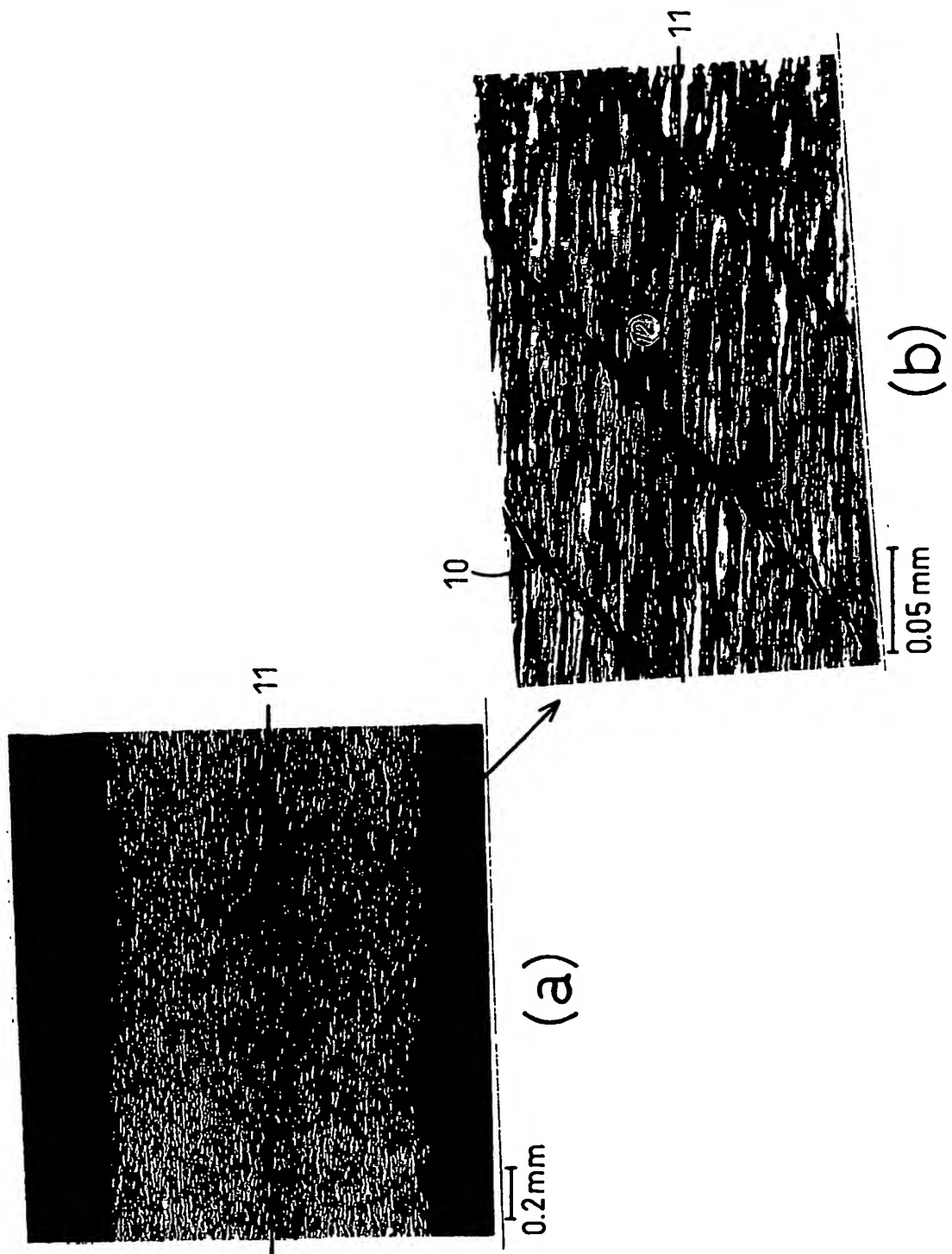


Fig.6

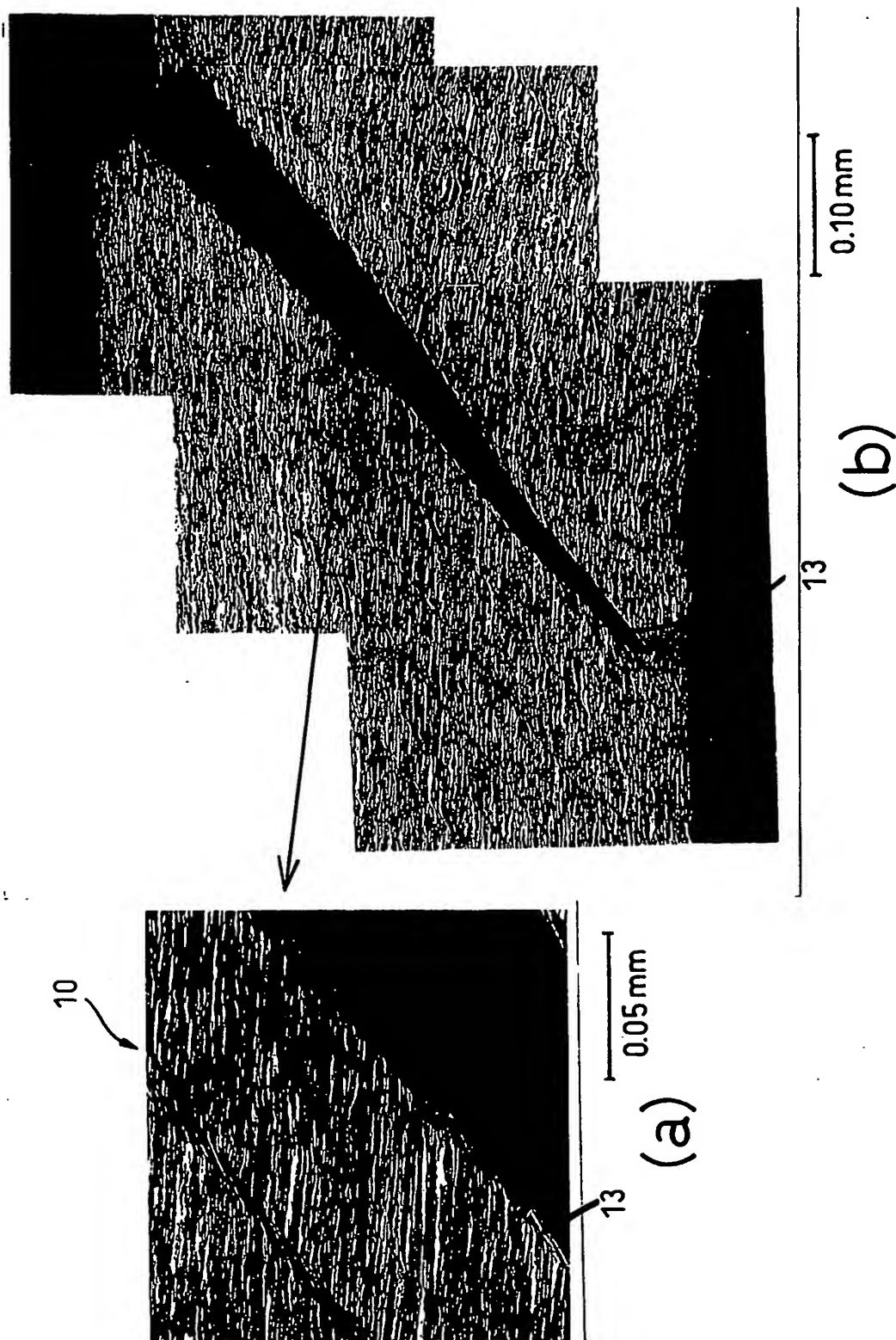
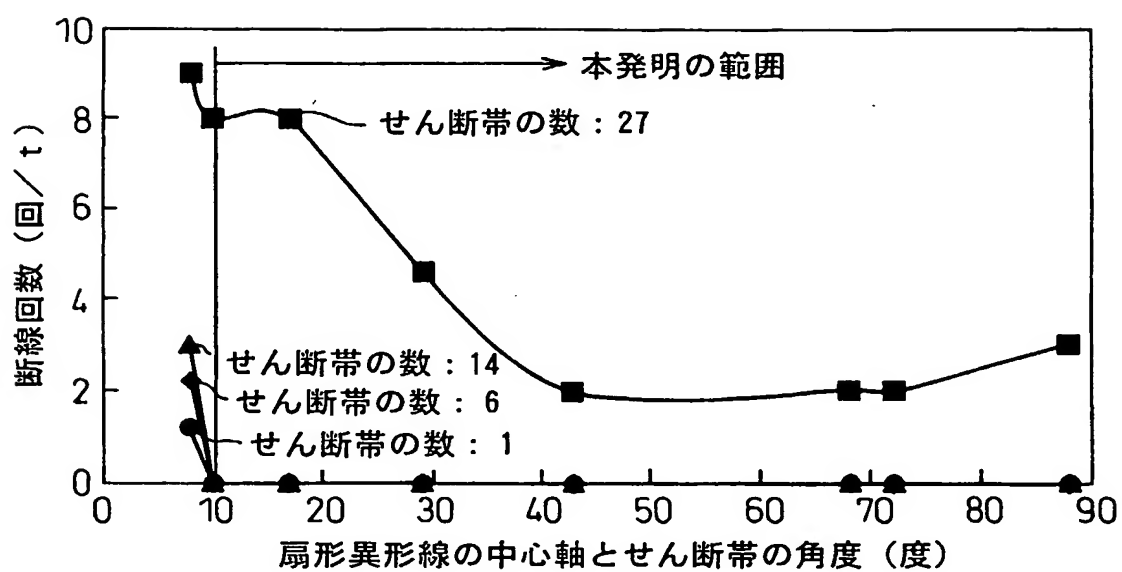


Fig.7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/JP03/00216

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ C22C38/00, G02B6/44, H01B7/14, 7/18, 11/22

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ C22C38/00, G02B6/44, H01B7/14, 7/18, 11/22

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 8-296008 A (Nippon Steel Corp.), 12 November, 1996 (12.11.96), Full text (Family: none)	1-2
A	JP 6-158225 A (Nippon Steel Corp.), 07 June, 1994 (07.06.94), Full text (Family: none)	1-2
A	JP 60-164715 U (Showa Densen Kabushiki Kaisha), 01 November, 1985 (01.11.85), Full text (Family: none)	1-2

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier document but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
14 April, 2003 (14.04.03)

Date of mailing of the international search report
30 April, 2003 (30.04.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ C22C38/00, G02B6/44, H01B7/14, 7/18, 11/22

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ C22C38/00, G02B6/44, H01B7/14, 7/18, 11/22

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P 8-296008 A (新日本製鐵株式会社) 1996. 1 1. 12, 全文 (ファミリーなし)	1-2
A	J P 6-158225 A (新日本製鐵株式会社) 1994. 6. 7, 全文 (ファミリーなし)	1-2
A	J P 60-164715 U (昭和電線株式会社) 1985. 1 1. 1, 全文 (ファミリーなし)	1-2

☐ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

14.04.03

国際調査報告の発送日

30.04.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

木村 孔一 印

4 K 8315

電話番号 03-3581-1101 内線 3435

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.